

PARTICLE RADIATION DEVICE COMPRISING A PARTICLE SOURCE THAT IS OPERATED IN AN ULTRAHIGH VACUUM AND A CASCADE PUMP ASSEMBLY FOR A PARTICLE RADIATION DEVICE OF THIS TYPE

Publication number: JP2004503063 (T)

Publication date: 2004-01-29

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:

- international: F04D19/04; F04D25/00; H01J37/18; H01J37/26; F04D19/00; F04D25/00; H01J37/02; H01J37/28; (IPC1-7): H01J37/18; H01J37/28

- European: F04D19/04D; F04D25/00; H01J37/18

Application number: JP200205088241 20010703

Priority number(s): DE20001032607 20000707; WO2001EP07597 20010703

Also published as:

WO0205310 (A1)

US2004076529 (A1)

US6872956 (B2)

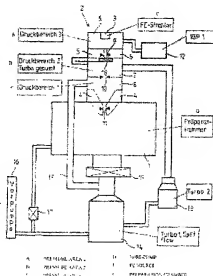
EP1299898 (A1)

EP1299898 (B1)

Abstract not available for JP 2004503063 (T)

Abstract of corresponding document: WO 0205310 (A1)

The invention relates to a particle radiation device comprising a particle source that is operated in an ultrahigh vacuum and a preparation chamber which can be operated using variable pressures of up to 1 hPa. The inventive particle radiation device has two intermediate pressure areas (7, 8) located between the ultrahigh vacuum area (6) and the preparation chamber (1). The two intermediate pressure areas (7, 8) are purged by means of a pump assembly consisting of a fore-pump (16) and two turbomolecular pumps (13, 14) connected in series, whereby one of the turbomolecular pumps (13) is purged first by the drag phase (24) of the other turbomolecular pump (14). In one example of the invention, the fore-pump (16) is also simultaneously used for evacuating the preparation chamber. In an alternative example, a second fore-pump (20) is provided for evacuating the preparation chamber (1). This assembly allows the ultrahigh vacuum in the ultrahigh vacuum area (6) to be maintained up to pressures of 100 hPa in the preparation chamber (1). The inventive particle radiation device is used in particular as a variable pressure scanning electron microscope (VP-SEM) or as an environmental scanning electron microscope (ESEM).



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(10) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-503063

(P2004-503063A)

(43) 公表日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl.⁷H01J 37/18
H01J 37/28

F I

H01J 37/18
H01J 37/28

テーマコード(参考)

5C033

B

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 30 頁)

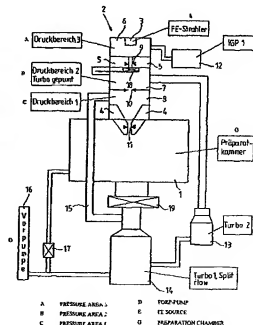
(21) 出願番号 特願2002-508824 (P2002-508824)
 (22) 出願日 平成13年7月3日(2001.7.3)
 (23) 国際提出日 平成15年1月7日(2003.1.7)
 (24) 国際出願番号 PCT/JP2001/007597
 (25) 国際公開番号 WO2002/005310
 (26) 国際公開日 平成14年1月17日(2002.1.17)
 (27) 優先権主張番号 100 32 607.2
 (28) 優先日 平成12年7月7日(2000.7.7)
 (29) 優先権主張国 ドイツ(DE)
 (30) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), CZ, JP, US

(71) 出願人 58100036
 エルエーオー・エレクトロニクス
 コピー・ゲーエムベーハー
 ドイツ連邦共和国・73466・オーベル
 コヒェン・カールツアイスシュトゥー
 セ・56
 (72) 代理人 100064621
 弁理士 山川 政博
 (73) 発明者 グノーク, ベーター
 ドイツ連邦共和国・72764・ロイトリ
 ンゲン・グラゼルシュトゥーセ・4
 (74) 発明者 ドレクセル, フォルカー
 ドイツ連邦共和国・89551・ケーニヒ
 スブロン・ダンツィゲルシュトゥーセ・3
 Fターム(参考) 5C033 KK04 KK05 UU03

(54) 【発明の名称】 超高真空中で動作する粒子源を備えた粒子放射装置およびこの種の粒子放射装置のためのカスケードポンプ装置

(57) 【要約】

本発明は、超高真空中で動作する粒子源と、1 hPa以下の可変圧力で動作可能なプレバート室とを備えた粒子放射装置に関する。本発明による粒子放射装置は、超高真空領域(6)とプレバート室(1)との間に正確に2つの中間圧力領域(7, 8)を有している。中間圧力領域(7, 8)は、フォアポンプ(16)と2つのターボポンプ(13, 14)とから成る直列のポンプ装置を用いて真空にされ、この場合一方のターボ分子ポンプ(13)は他方のターボ分子ポンプ(14)のドラッグ段(24)によって予めポンピングされる。本発明の1実施形態では、フォアポンプ(16)はプレバート室を真空にするためにも用いられる。択一的な実施形態では、プレバート室(1)を真空にするための第2のフォアポンプ(20)が設けられている。この配置構成により、超高真空領域(6)の超高真空はプレバート室(1)が100 hPaの圧力になるまで維持される。本発明による粒子放射装置は特にいわゆるVariable Pressure SEM (VP-SEM) またはいわゆるES-SEMとして使用される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1および第2のターボ分子ポンプ(13, 14)を備えた粒子放射装置のためのカスケード状ポンプ装置であって、第2のターボ分子ポンプ(13)の吐出し側(26)が第1のターボ分子ポンプ(14)のメインポンプポート(21)と吐出し側(25)との間にある中間圧力領域(24)により予めボンピングされているカスケード状ポンプ装置。

【請求項2】

第1のターボ分子ポンプ(14)が、ドラッグ段(24)への接続部(22)を備えたスプリットフローポンプであり、第2のターボ分子ポンプ(13)の吐出し側(26)が第1のターボ分子ポンプ(14)のドラッグ段(24)に接続されている、請求項1に記載のカスケード状ポンプ装置。

【請求項3】

第1のターボ分子ポンプ(14)の吐出し側(25)を予めボンピングするための他のフォアポンプ(16)が設けられている、請求項1または2に記載のカスケード状ポンプ装置。

【請求項4】

超高真空中で作動する粒子源(3)と、少なくとも1hPa以下の高真空の圧力で作動可能なプレバート室(1)とを有し、請求項1から3までのいずれか1項に記載のカスケード状ポンプ装置が設けられている粒子放射装置。

【請求項5】

粒子源の超高真空領域(6)とプレバート室(1)との間に正確に2つの他の中間圧力領域(7)、(8)が設けられている請求項4に記載の粒子放射装置。

【請求項6】

超高真空領域(6)に隣接している圧力領域が第2のターボ分子ポンプ(13)によりボンピングされている請求項4, 5のいずれか1項に記載の粒子放射装置。

【請求項7】

第1のターボ分子ポンプ(14)がメインポンプポート(21)を介して、プレバート室(1)に隣接している圧力領域(8)にも直接接続されている請求項4-6のいずれか1項に記載の粒子放射装置。

【請求項8】

フォアポンプ(16)が弁(17)を介してプレバート室(1)に直接接続されている請求項7に記載の粒子放射装置。

【請求項9】

第1のターボ分子ポンプ(14)がさらに他の弁(19)を介してプレバート室(1)に直接接続されている請求項4から8までのいずれか1項に記載の粒子放射装置。

【請求項10】

第2のフォアポンプ(20)が設けられ、プレバート室(1)に接続されている請求項8-9のいずれか1項に記載の粒子放射装置。

【請求項11】

超高真空領域(6)を真空にするためのゲッターイオンポンプ(12)が設けられている請求項4から10までのいずれか1項に記載の粒子放射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、超高真空中で作動する粒子源を備えた粒子放射装置およびこの種の粒子放射装置のためのカスケード状ポンプ装置に関するものである。

【0002】

米国特許第5828064号明細書には、電界放出源を備えたいわゆる環境走査電子顕微鏡(Environmental Scanning Elektronenmikroskop ESEM)が記載されている。この種のESEMを用いると、通常の大気圧で試料を電子顕微鏡で検査することができ、或いは、通常の大気圧よりもわずかに減圧して検

20

30

40

50

査することができる。他方、電界放出源と、しばしば電界放出源とも呼ばれるショットキエミッターは超高真空を必要とするので、電子顕微鏡全体は3つの中間圧力段を備えた差動ポンプシステムとして構成されている。その結果システム全体は5つの圧力領域を有し、これら圧力領域は4つの圧力段または圧力段絞りによって互いに分離されている。ポンプに対するコスト以外にも、3つの中間圧力領域の真空接続部にスペースが必要であるので、電子光学的構成要素には必要としない付加的な高さが必要である。

【0003】

米国特許第4720633号明細書からは他のESEMが知られているが、電子源のチャンバーの真空は、装置を電界放出源で動作させるにはあまりにも不具合である。

【0004】

米国特許第5717204号明細書からは、半導体製造において検査用使用する電子顕微鏡が知られている。超高真空領域と該超高真空領域に隣接している中間圧力領域とはゲッターイオンポンプにより真空にされている。試料室と該試料室に隣接している圧力領域とはそれぞれ別個のターボ分子ポンプによってポンピングされており、両ターボ分子ポンプは共通のフォアポンプの吸込み側に接続されている。通常この種の検査装置は、試料室の不具合な真空状態で動作するようには想定されていない。

【0005】

ドイツ連邦共和国特許公開第4331589A1号明細書からは、複数のターボ分子ポンプを互いに直列に接続したカスケード状ポンプ装置が知られている。このポンプ装置では、ターボ分子ポンプの吐出し側はその上流側に配置されたターボ分子ポンプのメインポートによって予めポンピングされる。この場合、前記上流側に配置されたターボ分子ポンプはT形部材を介して中間圧力領域にも接続されている。このカスケード状ポンプ装置により、上流側に配置されたターボ分子ポンプによってポンピングされる中間圧力領域の真空は、次に高い真空段によって負荷される。

【0006】

米国特許第4889995号明細書から知られている走査電子顕微鏡では、回転ポンプによって予めポンピングされるターボ分子ポンプは弁を介してプレバート室を真空にするためにも、電子源および中間圧力領域のチャンバーを真空にするためにも並行的に用いられる。さらに、電子源とこれに隣接している両中間圧力領域とのチャンバーを真空にするために超高真空ポンプが設けられている。このようなポンプ装置によっても試料室が不具合な真空状態での動作は不可能である。

【0007】

日本応用物理学会、付録2、第249頁以下(1974年)の論文からは、オイル拡散ポンプから成るポンプ装置を備えた電子顕微鏡が知られている。しかしながら、オイル拡散ポンプは高圧でのポンプキャパシティが小さいために、プレバート室を可変圧力で動作させることができねばならない電子顕微鏡には適していない。

【0008】

【特許文献1】米国特許第5828064号

【特許文献2】米国特許第4720633号

【特許文献3】米国特許第5717204号

【特許文献4】ドイツ連邦共和国特許公開第4331589A1

【特許文献5】米国特許第4889995号

【非特許文献1】日本応用物理学会、付録2、第249頁以下(1974年)

【0009】

本発明の目的は、試料室がほぼ周囲圧まで変化し、且つ粒子源の領域は超高真空であるにもかかわらず、簡潔な構成を有する粒子線放射装置、特に走査電子顕微鏡を提供することである。本発明の他の目的は、粒子線放射装置の簡潔な構成を可能にする真空システムを提供することである。

【0010】

上記の目的は、本発明によれば、請求項1の構成を備えたポンプ装置と、請求項4の構成

10

20

30

40

50

を備えた粒子放射装置とによって達成される。

【0011】

本発明による粒子放射装置用カスケード状ポンプ装置は2つのターボ分子ポンプを有し、そのうち第2のターボ分子ポンプは第1のターボ分子ポンプの出口側を予めボンピングするために用いられる。この場合、第2のターボ分子ポンプの吐出し側は第1のターボ分子ポンプのメインポートと吐出し側との間にある中間圧力領域に接続されている。

【0012】

第1のターボ分子ポンプはいわゆるスプリットフローポンプであってよく、ターボ分子ポンプのドラッグ段の領域にある付加的なポンプポートを有している。このドラッグ段ポンプポートは、第2のターボ分子ポンプを予めボンピングするために使用するのが有利である。

【0013】

ドラッグ段とは、通常のようにターボ分子ポンプにしばしば使用される機構であり、ステータのまわりを回転する、隆起部を備えたディスクと、エッジ領域に設けた穴とから構成される。ディスクはターボ分子ポンプの最後のロータプレート出力側に配置され、ボンピングされたガスを補助的に圧縮するためのものである。

【0014】

予めボンピングされるターボ分子ポンプの中間圧力領域を、たとえばドラッグ段ポンプポートを予め真空にすることによって1つのターボ分子ポンプを予めボンピングすることにより、メインポンプポートの領域が予めボンピングされたターボ分子ポンプのガス流によって負荷されないという利点が得られる。これにより、予めボンピングされるターボ分子ポンプの二重機能にもかかわらず、メインポンプポートにより真空にされた領域の真空状態がより改善される。

【0015】

カスケード状ポンプ装置を備えた粒子放射装置は、超高真空中で作動される粒子源と、高真空領域の圧力により少なくとも1 hPa (ヘクトパスカル Hektopascal) までの 10^{-3} hPa以下の圧力で作動可能なプレバラー室とを有している。本発明による粒子放射装置では、粒子源の超高真空領域とプレバラー室との間に正確に2つの他の中間圧力領域が設けられている。

【0016】

したがって粒子放射装置は正確に4つの圧力領域を有し、すなわち粒子源が配置されている超高真空領域と、2つの中間圧力領域と、プレバラー室とを有している。これにより本発明による粒子放射装置では全部で3つの圧力段が得られ、これら圧力段に対し全部で3つの圧力段絞りが必要である。

【0017】

3つの圧力段だけで済ませるために、超高真空領域に隣接している圧力領域は第2のターボ分子ポンプによりボンピングされている。さらに、このターボ分子ポンプの吐出し側はその上流側に配置されるターボ分子ポンプによって予めボンピングされる。この場合、ターボ分子ポンプの吐出し側はその上流側に配置されるターボ分子ポンプのドラッグ段に接続されている。このポンプ配置構成により、超高真空領域に隣接している圧力領域の圧力は 10^{-6} hPa以上の値に保持される。

【0018】

他の有利な実施態様では、第1のターボ分子ポンプのメインポンプポートはプレバラー室に隣接している圧力領域に接続されている。これにより第1のターボ分子ポンプは二重機能を有することができ、すなわち第2のターボ分子ポンプの吐出し側を予めボンピングする機能と、試料室に隣接している圧力領域を真空にする機能を有する。

【0019】

さらに、第1のターボ分子ポンプの吐出し側を予めボンピングするフォアポンプを設けるのが有利である。このフォアポンプは、これに加えて、プレバラー室を所望の圧力に真空にするためにも用いることができる。しかしながら、プレバラー室の圧力が5 hPa以上の圧力でも作動可能でなければならないような粒子放射装置を使用する場合は、プレ

10

20

30

40

50

バラート質を真空にする第2のフォアポンプを設けて、第1のフォアポンプは、第1のターボ分子ポンプの吐出し側を予めボンピングするためにのみ用いるのが好ましい。

【0020】

次に、図面に記載した実施形態に関し本発明をさらに詳細に説明する。

【0021】

図1において(1)はプレバラート室、(2)は粒子放射装置の電子光学的コラムである。電子光学的コラム(2)は3つの圧力領域(6)、(7)、(8)を有し、これらの圧力領域はそれぞれ圧力段絞り(9)、(10)、(11)によって互いに分離されている。(幾何学的に見て)電子光学的コラム(2)の最上位の圧力領域(6)は、 5×10^{-8} hPaよりも低い圧力で超高真空を維持するように構成されている。この超高真空領域はゲッターイオンポンプ(12)を介して真空にされる。当該超高真空領域内には、電界放出源またはショットキーエミッターの形態の粒子源(3)が配置されている。

【0022】

超高真空領域(6)とこれに隣接している中間圧力領域(7)との間には粒子放射装置のコンデンサ(5)が配置され、図1ではそのボールシュューのみを図示した。コンデンサ(5)とはほぼ同じ高さで、或いは、(電子の伝播方向に見て)コンデンサレンズ(5)のボールシュースリットの後方には、前記圧力段絞り(9)が配置されている。この圧力段絞り(9)は超高真空領域(6)とこれに隣接している中間圧力領域(7)との間で適当な圧力差を維持するためのものである。

【0023】

第1の中間圧力領域(7)の後には第2の中間圧力領域(8)が設けられている。第2の中間圧力領域(8)は第2の圧力段絞り(10)によって第1の中間圧力領域(7)から分離されている。この第2の中間圧力領域(8)とプレバラート室との間には粒子放射装置の対物レンズ(4)が配置され、図1ではそのボールシュューのみを図示した。対物レンズ(4)の間、或いは、(電子の伝播方向に見て)対物レンズ(4)のボールシュューの前方には、第3の圧力段絞り(11)が配置されている。この第3の圧力段絞り(11)は第2の中間圧力領域(8)とプレバラート室(1)との間で適当な圧力差を確保するためのものである。

【0024】

適当な真空条件を設定するため、図1の実施形態では、超高真空領域(6)用のゲッターイオンポンプ(12)以外に、フォアポンプ(16)と部分的には同様に直列に接続されている2つのターボ分子ポンプ(13)、(14)とから成るカスケード状のポンプ装置が設けられている。この場合フォアポンプ(16)は二重に機能を果たす。すなわちフォアポンプ(16)は、別個のバイブコネクションを介して直接プレバラート室(1)を真空にするために用いるとともに、第1のターボ分子ポンプ(14)の出口(25)を吸引するために用いる。この場合、プレバラート室(1)の真空状態はバイブコネクションに設けた弁(17)を介して調節可能である。プレバラート室の圧力は図示していない調節可能なガス供給弁を介して設定することができる。

【0025】

第1のターボ分子ポンプ(14)は、出力が大きいいわゆるスプリットフローポンプとして構成され、三重に機能を果たす。メインポンプポート(21)の吸込み側接続部は、配管系(15)を介して、プレバラート室(1)に隣接している中間圧力領域(8)に直接フランジ結合され、これによりこの中間圧力領域を直接真空にする用を成している。同時にメインポンプポート(21)の吸込み側接続部は第2の弁(19)を介して直接プレバラート室(1)にフランジ結合されている。さらに、第1のターボ分子ポンプ(14)のドラグステップポート(22)の吸込み側接続部は第2のターボ分子ポンプ(13)の吐出し側に接続されており、その結果第1のターボ分子ポンプ(14)は、プレバラート室(1)に隣接している中間圧力領域(8)を真空にする機能に加えて、ドラグステップポート(22)を介して第2のターボ分子ポンプ(13)を予めボンピングする用をも成している。第2のターボ分子ポンプ(13)の吸込み側接続部(23)は、超高真空領域(

6)に隣接している中間圧力領域(7)に直接接続されている。

【0026】

上述したように、或いは以下で説明するように、1つの真空ポンプを1つの圧力領域に直接接続する限りにおいては、このポンプにより行なわれる圧力領域の真空化は直接に行われる。すなわち、このポンプから吐き出されたガス分子を、圧力領域と当該ポンプの吸込み側接続部との間において圧力段較りを通させる必要がない。

【0027】

以上説明した真空システムは、全部で4つの圧力領域を備えた差動ポンプ型真空システムである。

【0028】

直列に接続されているカスケード状のポンプ装置により、ただ1つのゲッターイオンポンプ(12)と、2つのターボ分子ポンプ(13)、(14)と、ただ1つのフォアポンプ(16)とを用いて、プレバート室(1)の圧力が5 hPaないし 10^{-7} hPaである場合、超高真空室(6)内の圧力を 5×10^{-8} hPa以下の超高真空に維持させることができる。プレバート室(1)内の圧力が所望の 10^{-2} hPaないし5 hPaである場合、フォアポンプ(16)とプレバート室(1)との間にある弁(17)は開いており、第1のターボ分子ポンプ(14)とプレバート室(1)との間にある第2の弁(19)は閉じている。この場合プレバート室(1)内の真空は、フォアポンプ(16)を用いて達成可能な真空またはフォアポンプ(16)で設定された真空だけで決定されている。第1のターボ分子ポンプ(14)のドラッグ段(24)を前もって真空にすることにより第2のターボ分子ポンプの吐出し側(26)を予めボンピングすることによって、且つ第1のターボ分子ポンプ(14)のポンプパワーのほぼ全部をプレバート室に隣接している中間圧力領域(8)をボンピングするためにのみ用いることによって、超高真空領域に隣接している中間圧力領域(7)を 10^{-4} hPaないし 10^{-6} hPaの真空に維持することが保証される。

【0029】

プレバート室(1)内の圧力がフォアポンプ(16)で達成できない 10^{-2} hPa以下の圧力の場合、フォアポンプ(16)とプレバート室(1)との間にある第1の弁(17)は閉じられ、プレバート室(1)と第1のターボ分子ポンプ(14)との間にある第2の弁(19)は開かれる。この場合、フォアポンプ(16)は第1のターボ分子ポンプ(14)を予めボンピングすることのみ用いられる。このときプレバート室(1)も該プレバート室(1)に隣接している中間圧力領域(8)もターボ分子ポンプ(14)によって直接ボンピングされる。この場合、対物レンズ(4)内に配置されている圧力段較り(11)は作用しない。この場合にも、第1のターボ分子ポンプ(14)により予めボンピングされる第2のターボ分子ポンプ(13)により、超高真空領域(6)に隣接している中間圧力領域(7)では 10^{-4} hPaないし 10^{-6} hPaの真空が維持される。

【0030】

両ケースとも、第1のターボ分子ポンプのドラッグ段(24)は補助真空状態にあり、この補助真空状態により第2のターボ分子ポンプ(13)は 10^{-1} hPaないし 10^{-4} hPaの範囲で予めボンピングされる。

【0031】

上述した実施形態において、プレバート室(1)が開口しても超高真空領域(6)の超高真空が維持されるように、電子光学的コラムの内部には、有利には超高真空領域と該超高真空領域に隣接している圧力領域(7)との間に遮断弁(18)が設けられている。遮断弁(18)はプレバート室(1)が開口する前に閉じられる。これにより、フォアポンプ(16)と両ターボ分子ポンプ(13)、(14)とはプレバート室(1)が開口したときに停止させることができる。

【0032】

図2に図示した実施形態は概ね図1の実施形態に対応している。したがって図2において

10

20

30

40

50

は、図1の実施形態の構成要素に対応する構成要素には同一の符号を付した。両実施形態が一致している限りにおいては、図2に関しては図1の上記説明を参照してもらいたい。

【0033】

図2の実施形態と図1の実施形態との主要な違いは、図2の実施形態においてはフォアポンプ(16)が第1のターボ分子ポンプ(14)を予めボンピングするためにのみ用いられることである。ターボ分子ポンプ(14)の補助真空側のドラッグ段(24)は第2のターボ分子ポンプ(13)を予めボンピングするために用いられる。プレバート室(1)を真空にするため第2のフォアポンプ(20)が設けられ、そのポンプパワーは第1の弁(17')を介して調節可能である。第2のフォアポンプ(20)を備えたこの択一的なポンプ装置により、超高真空領域(6)内の超高真空を維持した状態で粒子放射装置をプレバート室の圧力が100 hPa以下でも使用可能である。プレバート室(1)の室内圧力が 10^{-2} hPa以下の場合には、プレバート室(1)も該プレバート室(1)に隣接している中間圧力領域(8)も第1のターボ分子ポンプだけを介してボンピングされる。この場合、第2のフォアポンプ(20)とプレバート室(1)との間にある第1の弁(17')は閉じており、第1のターボ分子ポンプ(14)とプレバート室(1)との間にある第2の弁(19)は開いている。これに対して圧力が 10^{-2} hPaないし100 hPaの場合には第1の弁(17')は開いており、その結果プレバート室(1)は第2のフォアポンプ(20)によって真空にされ、第2の弁(19)は閉じられる。この実施形態の場合、プレバート室(1)と該プレバート室に隣接している中間圧力室(8)との間でより高い室圧によってより強いガス流を生じさせるため、第1のフォアポンプ(16)は第1のターボ分子ポンプ(14)を予めボンピングするためにのみ用いられ、これにより第1のターボ分子ポンプ(14)の搬送パワーは対应的に高くなる。この場合も、 10^{-1} hPaないし 10^{-4} hPaの範囲の補助真空状態にある第1のターボ分子ポンプ(14)のドラッグ段(24)によって予めボンピングされる第2のターボ分子ポンプ(13)は、超高真空領域(6)に境を接している中間圧力領域(7)が 10^{-5} hPaないし 10^{-6} hPaの範囲の真空に維持されるのを保証する。

【0034】

図2に図示した実施形態の場合、超高真空領域(6)とプレバート室との間には、10程度の圧力差、すなわち $10^{1.0}$ hPaの圧力差が2つの中間圧力領域だけを介して維持される。

【0035】

基本的には、引用した従来の技術の場合と同様に、超高真空領域に境を接している中間圧力領域(7)をも第2のゲッターイオンポンプを用いて真空にしてもよい。この場合には、プレバート室(1)に境を接している中間圧力領域は、1つのターボ分子ポンプのドラッグ段によって予めボンピングされるターボ分子ポンプにより真空にされる。しかしながら、この場合第2のゲッターイオンポンプは非常に高いポンプパワーを持つように設計されていなければならない、これによりゲッターイオンポンプのサイズが大きくなるので、電子光学的コラムの高さも大きくなってしまふ。

【図面の簡単な説明】

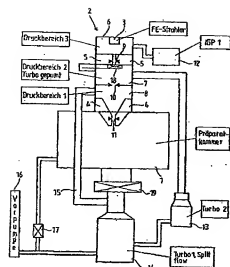
【図1】

プレバート室の圧力が比較的低い場合に対して適している、本発明の第1実施形態の原理図である。

【図2】

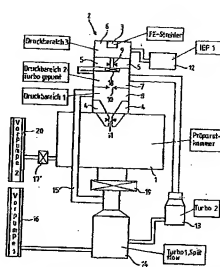
プレバート室の圧力が比較的高い場合に対して適している、本発明の第1実施形態の原理図である。

【図 1】



Druckbereich 3: 圧力領域 3 Druckbereich 2: 圧力領域 2 Druckbereich 1: 圧力領域 1
 Turbo 2: ターボ 2 Turbo 1: Split flow P: 圧力, スプレッドシート
 Turbo 2: ターボ 2 Turbo 1: Split flow P: 圧力, スプレッドシート

【図 2】



Druckbereich 3: 圧力領域 3 Druckbereich 2: 圧力領域 2 Druckbereich 1: 圧力領域 1
 Turbo 2: ターボ 2 Turbo 1: Split flow P: 圧力, スプレッドシート
 Turbo 2: ターボ 2 Turbo 1: Split flow P: 圧力, スプレッドシート

WG 634308

PL/2004/07297

Beschreibung:

Teilchenstrahlgerät mit einer im Ultrahochvakuum zu betriebsenden Teilchenquelle und kreisförmige Pumpenanordnung für ein solches Teilchenstrahlgerät

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Teilchenstrahlgerät mit einer im Ultrahochvakuum zu betriebsenden Teilchenquelle sowie eine kreisförmige Pumpenanordnung für ein entsprechendes Teilchenstrahlgerät.

In der US 5 828 064 ist ein sogenanntes Environmental Seaming Elektronenmikroskop (ESSEM) mit einer Feldemissionsquelle beschrieben. Derartige ESSEM's erlauben die elektronenmikroskopische Untersuchung von Proben unter normalem Atmosphärendruck oder gegenüber dem normalen Atmosphärendruck nur geringfügig reduzierten Druck. Da andererseits Feldemissionsquellen und auch die häufig als Feldemissionsquellen bezeichneten sogenannten Schottky-Emitter für ihren Betrieb ein Ultrahochvakuum benötigen, ist das gesamte Elektronenmikroskop als differentiell gepumptes System mit drei Zwischendruckstufen aufgebaut. Das Gesamtsystem weist demzufolge fünf Druckbereiche auf, die durch vier Druckstufen oder Druckstufenabstände voneinander getrennt sind. Neben dem Aufwand für die Pumpen resultiert aus dem für die Vakuumanschlüssen der drei Zwischendruckbereiche benötigten Bauteile ein zusätzlicher Bedarf an Bauteilen, wie dieser allein für die elektronenoptischen Komponenten nicht erforderlich wäre.

Aus der US 4 720 633-A ist ein weiteres ESSEM bekannt, bei dem jedoch das Vakuum in der Kammer der Elektronenquelle zu schlecht ist, um das Gerät mit einer Feldemissionsquelle zu betreiben.

Aus der US 5 717 204-A ist ein Elektronenmikroskop für die Inspektion in der Halbleitertechnik bekannt, bei dem der Ultrahochvakuumbereich und der dem

1

BESTÄTIGUNGSKOPIE

W0 026410

PCT/JP94/1597

Ultrahochvakuumbereich beschriftete Zwischendruckbereich durch Ionengasentpumpen
erkennbar ist; die Probenkammer und der zur Probenkammer beschriftete Druckbereich
sind jeweils durch eine separate Turbomolekularpumpe gepumpt, wobei die beiden
Turbomolekularpumpen an die Ansaugseite einer gemeinsamen Vorpumpe angeschlossen
sind. Derartige Konfigurationen sind üblicher Weise nicht zum Betrieb mit einem
schlechten Vakuum in der Probenkammer konzipiert.

Aus der DE 43 31 589-A1 ist eine kastadenförmige Pumpenanordnung mit hinter einander
geschalteten Turbomolekularpumpen bekannt, bei der jeweils der Ausfall einer
Turbomolekularpumpe durch das Main Port einer vorgeschalteten Turbomolekularpumpe
verpumpt ist, wobei die Ansaugseite der vorgeschalteten Turbomolekularpumpe über
ein T-Stück gleichzeitig an einen Zwischendruckbereich angeschlossen ist. Damit diese
kastadenförmige Pumpenanordnung wird das Vakuum in dem von der vorgeschalteten
Turbomolekularpumpe gepumpten Zwischendruckbereich durch den Gasstrom der nächst
höheren Vakuumstufe belastet.

Aus der US 4 889 995-A ist ein Elektronenmikroskop bekannt, bei dem eine von
einer Rotationspumpe verpumpte Turbomolekularpumpe parallel über Ventile sowohl
zum Evakuieren der Präparatkammer als auch der Kammer der Elektronenquelle und der
Zwischendruckbereiche dient. Zusätzlich sind zur Evakuierung der Kammer der
Elektronenquelle und der beiden beschrifteten Zwischendruckbereiche
Ultrahochvakuumumpen vorgesehen. Mit einer solchen Pumpenanordnung ist ebenfalls
ein Betrieb mit schlechtem Vakuum in der Probenkammer nicht möglich.

Aus einer Aufsatz in Japan. J. Appl. Phys. Suppl. 2, S 249 (1974) ist ein
Elektronenmikroskop mit einer Pumpenanordnung aus Öl-Diffusionspumpen bekannt.
Öl-Diffusionspumpen sind jedoch wegen ihrer geringen Pumpkapazität bei hohen Drücken
ungeeignet für Elektronenmikroskope, bei denen die Präparatkammer mit variierenden
Drücken betriebsfähig sein soll.

WG 426510

CCTCP/EUR797

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Kopfschleuchtgerät, insbesondere ein Basierendruckschleuchtgerät auszugeben, das trotz variablen Druck in der Probenkammer bis hin zu nahezu Umgebungsdruck und Ullschleuchtverhalten im Bereich der Teilchenquelle einen verdichteten Ausfluss aufweist. Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Vakuumumpensystem auszugeben, mit dem ein entsprechend verdichteter Ausfluss eines Kopfschleuchtgerätes ermöglicht wird.

Diese Ziele werden erfindungsgemäß durch eine Pumpenanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Teilchenstrahlgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 4 erreicht.

Eine erfindungsgemäße kostenreduzierende Pumpenanordnung für ein Teilchenstrahlgerät weist zwei Turbomolekelpumpen auf, von denen die zweite Turbomolekelpumpe zum Vorpumpen des Ausganges der ersten Turbomolekelpumpe dient, wobei der Ausfall der zweiten Turbomolekelpumpe an einen zwischen dem Haupt-Pumpenport und dem Ausfall liegenden Zwischendruckbereich der ersten Turbomolekelpumpe angeschlossen ist.

Die erste Turbomolekelpumpe kann dabei eine sogenannte Split-Flow Pumpe sein, die einen analogen Pumpenport aufweist, der im Bereich der Drag-Stage der Turbomolekelpumpe liegt. Dieser Drag-Stage Pumpenport wird dann verzweigt zum Vorpumpen der zweiten Turbomolekelpumpe verwendet.

Als Drag-Stage wird dabei üblicherweise eine in Turbomolekelpumpen häufig eingesetzte Anordnung aus einem Stator umfassenden Scheiben mit einer Röhren- und einem Loch im Randbereich bezeichnet, die zusammenfassend das letzte Rotorblatt der Turbomolekelpumpe zugeordnet ist und zur zusätzlichen Kompression des gepumpten Gases dienen.

WO 01/01318

PCT/JP98/01597

Das Vorpumpen einer Turbomolekulpumpe durch das Vorvakuum eines Zwischendruckbereichs, z.B. des Drag-Stufen Pumpenports, einer vorgeschalteten Turbomolekulpumpe liefert den Vorteil, daß der Bereich des Haupt-Pumpenports nicht durch den Gasfluß der vorgeschalteten Turbomolekulpumpe belastet wird. Dadurch läßt sich trotz der Doppelfunktion der vorgeschalteten Turbomolekulpumpe ein besseres Vakuum in dem vom Haupt-Pumpenport evakuierten Bereich erzielen.

Das Teilchenstrahlgerät mit einer entsprechenden kreisförmigsten Pumpenordnung weist eine im Ultrahochvakuum zu betriebsende Teilchenquelle und eine Präparatkammer auf, die mit Drücken vom Hochvakuumbereich mit Drücken unter 10^{-4} hPa bis mindestens 1 hPa (133,322 Pa) betreibbar ist. Zwischen dem Ultrahochvakuumbereich der Teilchenquelle und der Probenkammer sind beim erfindungsgemäßen Teilchenstrahlgerät genau zwei weitere Druckbereiche vorgesehen.

Das Teilchenstrahlgerät weist demgemäß genau vier Druckbereiche auf, nämlich den Ultrahochvakuumbereich, in dem die Teilchenquelle angeschlossen ist, zwei Zwischendruckbereiche und die Präparatkammer. Insgesamt ergeben sich damit beim erfindungsgemäßen Teilchenstrahlgerät drei Druckstufen, für die drei Druckaufstufenden insgesamt erforderlich sind.

Um mit nur drei Druckstufen auszukommen, ist der dem Ultrahochvakuumbereich benachbarte Druckbereich über eine Turbomolekulpumpe gepumpt. Weiterhin ist der Anlauf dieser Turbomolekulpumpe durch eine vorgeschaltete Turbomolekulpumpe vorgespannt, wobei der Anlauf der Turbomolekulpumpe an die Drag-Stufe der vorgeschalteten Turbomolekulpumpe angeschlossen ist. Durch diese Pumpenanordnung wird der Druck in dem dem Ultrahochvakuumbereich benachbarten Druckbereich auf Werte größer 10^{-4} hPa gehalten.

Bei einem weiterhin vorzulegenden Ausführungsbeispiel ist der Haupt-Pumpenport der ersten Turbomolekulpumpe an dem der Probenkammer benachbarten Druckbereich

WU 0145318

PC/TX/EP/01/1997

angeschlossen ist. Die erste Turbomolekelpumpe kann dadurch eine Doppelfunktion erfüllen, nämlich gleichzeitig den Auslaß der zweiten Turbomolekelpumpe vorpumpen und außerdem den der Probenkammer benachbarten Druckbereich evakuieren.

Weiterein vorzugsweise ist eine Vorpumpe vorgesehen, durch die der Auslaß der ersten Turbomolekelpumpe vorgepumpt ist. Diese Vorpumpe kann zusätzlich dazu dienen, die Probenkammer auf den gewünschten Druck zu evakuieren. Sowohl die Teilhochstrahlgeräte sind bei Drücken oberhalb 5 kPa in der Probenkammer betriebsfähig sein soll, ermöglicht sich jedoch eine zweite Vorpumpe zur Evakuierung der Probenkammer vorzusehen, so daß die erste Vorpumpe ausschließlich den Auslaß der ersten Turbomolekelpumpe vorpumpt.

Nachfolgend werden Einzelheiten der Erfindung anhand der in den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Figur 1: Eine Prinzipskizze eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung für geringere Kammerdrücke und

Figur 2: eine Prinzipskizze eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung für höhere Kammerdrücke.

In der Figur 1 ist mit (1) die Probenkammer und mit (2) die elektronenoptische Stütze des Teilhochstrahlgerätes bezeichnet. Die elektronenoptische Stütze (2) weist drei Druckbereiche (6), (7), (8) auf, die jeweils durch Druckaufhebenden (9), (10), (11) voneinander getrennt sind. Der – geometrisch gesehen – oberste Druckbereich (6) der elektronenoptischen Stütze (2) ist für die Aufrechterhaltung eines Ultrahochvakuaums mit einem Druck kleiner 5×10^{-6} hPa ausgelegt. Dieser Ultrahochvakuumbereich wird über eine Ionengattumpumpe (12) evakuiert. In diesem Ultrahochvakuumbereich ist die Teilkompetrie (3) in Form einer Feldemissionsquelle bzw. eines Schottky-Emitters angeordnet.

WU 0245119

FUCHS/REUTZ/201

Zwischen dem Ultrahochvakuumbereich (6) und dem zu diesem benachbarten Zwischendruckbereich (7) ist der Kondensor (3) des Teilchenstrahlgerätes angeordnet, von dem in der Figur 1 nur die Polströme angedeutet sind. Eben in Höhe des oder – in Ausbreitungsrichtung der Elektronen gesehen – hinter dem Polstrahlspalt der Kondensorlinse (5) ist die Druckstufenblende (9) angeordnet, die für die Aufrechterhaltung eines geeigneten Druckunterschiedes zwischen dem Ultrahochvakuumbereich (6) und dem zu diesem benachbarten Zwischendruckbereich (7) gewährleistet.

Auf dem ersten Zwischendruckbereich (7) folgt ein zweiter Zwischendruckbereich (8), der von dem ersten Zwischendruckbereich (7) durch eine zweite Druckstufenblende (10) getrennt ist. Zwischen diesem zweiten Zwischendruckbereich (8) und der Präparatkammer ist die Objektzinnase (4) des Teilchenstrahlgerätes angeordnet, von der in der Figur 1 ebenfalls nur die Polströme angedeutet sind. Zwischen oder – in Ausbreitungsrichtung der Elektronen gesehen – vor den Polstrahlen der Objektzinnase (4) ist die dritte Druckstufenblende (11) angeordnet, die einen geeigneten Druckunterschied zwischen dem zweiten Zwischendruckbereich (8) und der Präparatkammer (1) sicherstellt.

Für die Einstellung geeigneter Vakuumbedingungen ist beim Ausführungsbeispiel der Figur 1 neben der Vorpumpenpumpe (12) für den Ultrahochvakuumbereich (6) eine kaskadenförmige Pumpenanordnung aus einer Vorpumpe (16) und zwei teilweise ebenfalls seriell geschalteten Turbomolekelpumpen (13), (14) vorgesehen. Die Vorpumpe (16) erfüllt dabei eine Doppelfunktion. Die Vorpumpe (16) dient einerseits zum Evakuieren der Präparatkammer (1) direkt über eine separate Rohrverbindung und gleichzeitig zum Abpumpen des Ausgases (15) der ersten Turbomolekelpumpe (14). Die Evakuierung der Präparatkammer (1) ist dabei über ein Ventil (17) in der Rohrverbindung regelbar. Der Druck in der Präparatkammer ist über ein nicht dargestelltes, regelbares Gasinlassventil einstellbar.

Die erste Turbomolekelpumpe (14) ist als leistungstarke sogenannte Split-Flow-Pumpe ausgelegt und erfüllt eine Dreifachfunktion. Der Ausgasstrom der Haupt-Pumpengruppe

W/O 02/05380

PC 270091/RT097

(21) ist über eine Rohrleitung (15) direkt an den zur Präparatkammer (1) benachbarten Zwischendruckbereich (8) angeschlossen und sorgt dadurch für eine direkte Evakuierung dieses Zwischendruckbereiches. Gleichzeitig ist der Ansaugstutzen der Haupt-Pumpenpumpe (21) über ein zweites Ventil (19) unmittelbar an die Präparatkammer (1) angeschlossen. Der Ansaugstutzen des Drug-Station Ports (22) der ersten Turbomolekelpumpe (14) ist weitesthin an den Auslaß der zweiten Turbomolekelpumpe (13) angeschlossen, so daß die erste Turbomolekelpumpe (14) zusätzlich zur Evakuierung der der Probenkammer (1) benachbarten Zwischendruckbereiche (8) zum Vorpumpen der zweiten Turbomolekelpumpe (13) über den Drug-Station Port (22) dient. Der Ansaugstutzen (23) der zweiten Turbomolekelpumpe (13) ist an den zum Ultrahochvakuumbereich (6) benachbarten Zwischendruckbereich (7) direkt angeschlossen.

Soweit vorstehend oder nachfolgend von einem direkten Anschluß einer Vakuumpumpe an einen Druckbereich gesprochen ist, ist damit gemeint, daß die durch diese Pumpe erfolgende Evakuierung des betreffenden Druckbereiches direkt erfolgt, also ohne daß die von dieser Pumpe abgesaugten Gasströme zwischen dem betreffenden Druckbereich und dem Ansaugstutzen der Pumpe einer Druckstufenabfolge passieren müssen.

Das vorstehend beschriebene Vakuumsystem ist ein differentiell gepumptes Vakuumsystem mit insgesamt vier Druckbereichen.

Mit der beschriebenen kaskadenförmigen, seriell geschalteten Pumpenanordnung läßt sich mit Hilfe einer einzigen Ionengaspumpe (12), den zwei Turbomolekelpumpen (13), (14) und einer einzigen Vorpumpe (16) ein Ultrahochvakuum mit Drücken kleiner 5×10^{-4} hPa in der Ultrahochvakuumkammer (6) bei Drücken zwischen 5 hPa und 10^{-2} hPa in der Präparatkammer (1) aufrechterhalten. Bei gewöhnlichen Drücken in der Präparatkammer (1) zwischen 10^{-2} hPa und 5 hPa ist dabei das Ventil (17) zwischen der Vorpumpe (16) und der Präparatkammer (1) geöffnet und das zweite Ventil (19) zwischen der zweiten Turbomolekelpumpe (14) und der Präparatkammer (1) geschlossen. Das Vakuum in der

WU 0245119

ECLAUSE 1587

Präpazkammer (1) ist dann ausschließlich durch das mit der Vorpumpe (16) erreichbare bzw. zu dieser eingeregulirte Vakuum bestimmt. Durch das Vorpumpen des Auslasses (26) der zweiten Turbomolekulpumpe durch das Vorkammern der Drag-Staff (24) der ersten Turbomolekulpumpe (14) und dadurch, daß die nahezu komplette Pumptleistung der ersten Turbomolekulpumpe (14) ausschließlich zum Pumpen der der Präpazkammer benachbarten Zwischendruckbereiche (8) dient, wird sicher gestellt, daß in dem dem Ultrahochvakuumbereich benachbarten Zwischendruckbereich (7) ein Vakuum zwischen 10^{-4} und 10^{-6} hPa aufrechterhalten wird.

Bei Drücken unter 10^{-3} hPa in der Präpazkammer (1), die mit der Vorpumpe (16) nicht erreichbar sind, wird das erste Ventil (17) zwischen der Vorpumpe (16) und der Präpazkammer (1) geschlossen und das zweite Ventil (19) zwischen der Präpazkammer (1) und der ersten Turbomolekulpumpe (14) geöffnet. Die Vorpumpe (16) dient dann ausschließlich zum Vorpumpen der ersten Turbomolekulpumpe (14). Sowohl die Präpazkammer (1) als auch der der Präpazkammer (1) benachbarte Zwischendruckbereich (8) werden dann durch die erste Turbomolekulpumpe (14) direkt gepumpt. Die in der Objektlinie (6) angeordnete Detektorfokussierblende (11) ist in diesem Fall ohne Wirkung. Durch die mit der ersten Turbomolekulpumpe (14) vorgepumpte zweite Turbomolekulpumpe (13) wird auch in diesem Fall in dem dem Ultrahochvakuumbereich (6) benachbarten Zwischendruckbereich (7) ein Vakuum zwischen 10^{-4} und 10^{-6} hPa aufrechterhalten.

In beiden Fällen liegt das Vorkammern der Drag-Staff (24) der ersten Turbomolekulpumpe, durch die die zweite Turbomolekulpumpe (13) vorgepumpt wird, in einem Bereich zwischen 10^{-3} hPa und 10^{-4} hPa.

Damit bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel auch beim Öffnen der Präpazkammer (1) das Ultrahochvakuum im Ultrahochvakuumbereich (6) aufrechterhalten wird, ist innerhalb der elektronenoptischen Stütze, vorzugsweise zwischen dem

WG 040310

FUCHS/LEITZ/

Ultraschallvakuumbereich und dem Ultraschallvakuumbereich benachbarten Druckbereich (7) ein Absperrventil (18) vorgesehen, das vor dem Öffnen der Präparatkammer (1) geschlossen wird. Die Vorpumpe (16) und die beiden Turbomolekelpumpen (13), (14) können dadurch beim Öffnen der Präparatkammer (1) außer Betrieb gesetzt werden.

Das in der Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht im wesentlichen dem Ausführungsbeispiel in Figur 1. Dementselbe sind in der Figur 2 diejenigen Komponenten, die denen des Ausführungsbeispiels nach Figur 1 entsprechen, mit identischen Bezugszeichen versehen. Soweit beide Ausführungsbeispiele übereinstimmen, wird trotz Figur 2 auf die vorstehende Beschreibung der Figur 1 verwiesen.

Der wesentliche Unterschied zwischen dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 und dem nach Figur 1 besteht darin, daß die Vorpumpe (16) beim Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ausschließlich zum Vorpumpen der ersten Turbomolekelpumpe (14) dient, deren vorvakuumseitige Drucksäule (24) wiederum zum Vorpumpen der zweiten Turbomolekelpumpe (13) dient. Zum Evakuieren der Präparatkammer (1) ist eine zweite Vorpumpe (20) vorgesehen, deren Pumpleitung wiederum über ein erstes Ventil (17) regelbar ist. Mit dieser alternativen Pumpenanordnung mit einer zweiten Vorpumpe (20) ist das Teilchenstrahlgerät unter Aufrechterhaltung des Ultraschallvakuum im Ultraschallvakuumbereich (6) auch bei Drücken in der Präparatkammer bis 100 hPa einbaubar. Bei Kammerdrücken unter 10^4 hPa in der Präparatkammer (1) wird sowohl die Präparatkammer (1) als auch der der Präparatkammer (1) benachbarte Zwischendruckbereich (8) ausschließlich über die erste Turbomolekelpumpe gepumpt. In diesem Fall ist das erste Ventil (17) zwischen der zweiten Vorpumpe (20) und der Präparatkammer (1) geschlossen und das zweite Ventil (19) zwischen der ersten Turbomolekelpumpe (14) und der Präparatkammer (1) geöffnet. Bei Drücken zwischen 10^4 und 100 hPa ist demgegenüber das erste Ventil (17) geöffnet, so daß die Präparatkammer (1) durch die zweite Vorpumpe (20) evakuiert wird, und das zweite Ventil (19) geschlossen. Der aufgrund der höheren Kammerdrücke sicheres Gasstrom zwischen

WU 0242410

PCT/JP00/0097

der Prüfkammer und der der Präpazkammer (1) benachbarten Zwischendruckkammer (8) wird bei diesem Ausführungsbeispiel dadurch abgefangen, daß die erste Vorpumpe (16) ausschließlich zum Vorpumpen der ersten Turbomolekelpumpe (14) dient, die dadurch eine entsprechend erhöhte Förderleistung erhält. Auch in diesem Fall gewährleistet die durch die Drag-Stage (24) der ersten Turbomolekelpumpe (14) mit einem Vorvakuum im Bereich zwischen 10^{-4} hPa und 10^{-6} hPa vorgepumpte zweite Turbomolekelpumpe (13) die Aufrechterhaltung eines Vakuums zwischen 10^{-6} und 10^{-8} hPa in dem an den Ultrahochvakuumbereich (6) angrenzenden Zwischendruckbereich (7).

Bei dem in der Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel wird zwischen dem Ultrahochvakuumbereich (6) und der Präpazkammer eine Druckdifferenz von bis zu 10 Größenordnungen, also von 10^9 hPa über nur zwei Zwischendruckbereiche aufrecht erhalten.

Grundsätzlich denkbar wäre es auch, wie beim ältesten Stand der Technik, auch den an den Ultrahochvakuumbereich angrenzenden Zwischendruckbereich (7) mittels einer zweiten Ionengitterpumpe zu evakuieren. In diesem Fall wäre dann der an die Präpazkammer (1) angrenzende Zwischendruckbereich mittels einer durch die Drag-Stage einer Turbomolekelpumpe vorgepumpten Turbomolekelpumpe zu evakuieren. Die zweite Ionengitterpumpe müßte dann jedoch mit sehr hoher Pumpleistung ausgelegt sein, wodurch wiederum wegen der größeren Abmessungen der Ionengitterpumpe eine größere Bauhöhe der elektronenoptischen Stile resultieren würde.

WO 2003/010

PCT/JP01/017

Prüfungsausschuss:

1. Kaskadenförmige Pumpenanordnung für ein Teilchenstrahlgerät mit einer ersten und einer zweiten Turbomolekularpumpe (13, 14), wobei der Auslaß (26) der zweiten Turbomolekularpumpe (13) durch einen zwischen dem Haupt-Pumpengriff (21) und dem Auslaß (25) der ersten Turbomolekularpumpe (14) liegenden Zwischendruckbereich (24) vorgespült ist.
2. Kaskadenförmige Pumpenanordnung nach Anspruch 1, wobei die erste Turbomolekularpumpe (14) eine Split-Flow-Pumpe mit einem Anschlußstutzen (22) an der Drag-Stufe (24) ist und der Auslaß (26) der zweiten Turbomolekularpumpe (13) an der Drag-Stufe (24) der ersten Turbomolekularpumpe (14) angeschlossen ist.
3. Pumpenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine weitere Vorpumpe (16) zum Vorspülen des Analysens (25) der ersten Turbomolekularpumpe (14) vorgesehen ist.
4. Teilchenstrahlgerät, das eine im Ultradruckraum zu betriebsende Teilchenquelle (3) und eine Probenkammer (1) aufweist, die mit Drücken vom Hochvakuum mindestens bis zu 1 kPa betriebsfähig ist, und wobei eine kaskadenförmige Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 3 vorgesehen ist.
5. Teilchenstrahlgerät nach Anspruch 4, wobei zwischen dem Ultradruckvakuumbereich (6) der Teilchenquelle und der Probenkammer (1) genau zwei weitere Zwischendruckbereiche (7), (8) vorgesehen sind.
6. Teilchenstrahlgerät nach einem der Ansprüche 4 - 5, wobei der dem Ultradruckvakuumbereich (6) benachbarte Druckbereich mittels der zweiten Turbomolekularpumpe (13) gesaugt ist.

WU 4 24338

FUT/DOULEY587

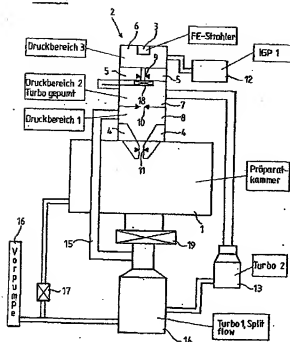
7. Teilchenstrahlgeßtt nach einem der Ansprüche 4 - 6, wobei die erste Turbomolekularpumpe (14) über den Haupt-Pumpenport (23) gleichzeitig direkt an den der Präparatkammer (1) benachbarten Desorbierbereich (8) angeschlossen ist.
8. Teilchenstrahlgeßtt nach Anspruch 7, wobei die Vorpumpe (16) über ein Ventil (17) direkt an die Präparatkammer (1) angeschlossen ist.
9. Teilchenstrahlgeßtt nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei die erste Turbomolekularpumpe (14) zusätzlich über ein weiteres Ventil (19) direkt an die Präparatkammer (1) angeschlossen ist.
10. Teilchenstrahlgeßtt nach einem der Ansprüche 8 - 9, wobei eine zweite Vorpumpe (20) vorgesehen und an die Präparatkammer (1) angeschlossen ist.
11. Teilchenstrahlgeßtt nach einem der Ansprüche 4 bis 10, wobei eine Ionengitterpumpe (12) zum Evakuieren des Ultrahochvakuumbereiches (6) vorgesehen ist.

WD 0285318

PC TXP#002297

1/2

FIG.1



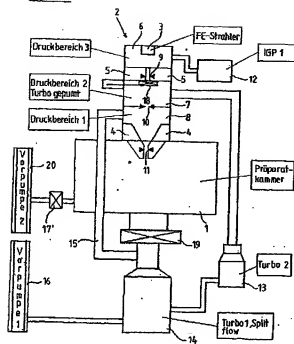
ERSATZBLATT (REGEL 28)

WU 0285310

PL 2004107592

2/2

FIG.2



ERSATZBLATT (REGEL 20)

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		IPC Classifications F01/EF 01/07/507
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01J37/28 H01J37/38 F04D29/04		
According to International Patent Classification (IPC) as to technical characterisation of invention		
B. FIELDS OF SEARCH Classifications searched: International Classification of Patents (IPC) (Classification Symbols) IPC 7 H01J F04D		
Documents cited in abstract: other than documents cited in the abstract that such documents are indicated in the fields indicated		
Abstract: other than abstract included in the International Patent Classification (IPC) and other practical search results EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Character of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevance to claims
A	US 5 828 054 A (KORHESSE W RALPH) 27 October 1998 (1998-10-27) cited in the application abstract; figure 3	1
A	US 5 733 104 A (SARGSON OTTO ET AL.) 31 March 1998 (1998-03-31) column 5 - column 6; figures 6-8	1
A	US 4 651 171 A (YABROVSKI ANDREW A) 17 March 1987 (1987-03-17) figure 1	1
A	US 5 830 189 A (BROWN THOMAS ET AL.) 29 February 2000 (2000-02-29) column 2, line 25 - line 29	1
<input checked="" type="checkbox"/> Former documents which have the classification of you G <input type="checkbox"/> Former foreign documents which have the same classification		
<input type="checkbox"/> Special categories of other documents: 10 ^a document published after the international filing date of the application and contained in the state of the art prior to the international search 11 ^a document published on or after the international search date 12 ^a document published on or after the international search date 13 ^a document published on or after the international search date 14 ^a document published on or after the international search date 15 ^a document published on or after the international search date 16 ^a document published on or after the international search date 17 ^a document published on or after the international search date 18 ^a document published on or after the international search date 19 ^a document published on or after the international search date 20 ^a document published on or after the international search date 21 ^a document published on or after the international search date 22 ^a document published on or after the international search date 23 ^a document published on or after the international search date 24 ^a document published on or after the international search date 25 ^a document published on or after the international search date 26 ^a document published on or after the international search date 27 ^a document published on or after the international search date 28 ^a document published on or after the international search date 29 ^a document published on or after the international search date 30 ^a document published on or after the international search date 31 ^a document published on or after the international search date 32 ^a document published on or after the international search date 33 ^a document published on or after the international search date 34 ^a document published on or after the international search date 35 ^a document published on or after the international search date 36 ^a document published on or after the international search date 37 ^a document published on or after the international search date 38 ^a document published on or after the international search date 39 ^a document published on or after the international search date 40 ^a document published on or after the international search date 41 ^a document published on or after the international search date 42 ^a document published on or after the international search date 43 ^a document published on or after the international search date 44 ^a document published on or after the international search date 45 ^a document published on or after the international search date 46 ^a document published on or after the international search date 47 ^a document published on or after the international search date 48 ^a document published on or after the international search date 49 ^a document published on or after the international search date 50 ^a document published on or after the international search date 51 ^a document published on or after the international search date 52 ^a document published on or after the international search date 53 ^a document published on or after the international search date 54 ^a document published on or after the international search date 55 ^a document published on or after the international search date 56 ^a document published on or after the international search date 57 ^a document published on or after the international search date 58 ^a document published on or after the international search date 59 ^a document published on or after the international search date 60 ^a document published on or after the international search date 61 ^a document published on or after the international search date 62 ^a document published on or after the international search date 63 ^a document published on or after the international search date 64 ^a document published on or after the international search date 65 ^a document published on or after the international search date 66 ^a document published on or after the international search date 67 ^a document published on or after the international search date 68 ^a document published on or after the international search date 69 ^a document published on or after the international search date 70 ^a document published on or after the international search date 71 ^a document published on or after the international search date 72 ^a document published on or after the international search date 73 ^a document published on or after the international search date 74 ^a document published on or after the international search date 75 ^a document published on or after the international search date 76 ^a document published on or after the international search date 77 ^a document published on or after the international search date 78 ^a document published on or after the international search date 79 ^a document published on or after the international search date 80 ^a document published on or after the international search date 81 ^a document published on or after the international search date 82 ^a document published on or after the international search date 83 ^a document published on or after the international search date 84 ^a document published on or after the international search date 85 ^a document published on or after the international search date 86 ^a document published on or after the international search date 87 ^a document published on or after the international search date 88 ^a document published on or after the international search date 89 ^a document published on or after the international search date 90 ^a document published on or after the international search date 91 ^a document published on or after the international search date 92 ^a document published on or after the international search date 93 ^a document published on or after the international search date 94 ^a document published on or after the international search date 95 ^a document published on or after the international search date 96 ^a document published on or after the international search date 97 ^a document published on or after the international search date 98 ^a document published on or after the international search date 99 ^a document published on or after the international search date		
Date of the search (completion of the international search)		Date of mailing of the international search report
15 November 2001		01/11/2001
Name and address of the ISA International Patent Office, P.O. Box 1000 CH-1000 Lausanne, Switzerland Tel. (41) 21 314 1111 Fax (41) 21 314 1111		Address of other Destretch, S

Form PCT/ISF (former version) 4/01

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP 01/07597

Classifications of documents determined to be relevant

Category 1: Column of document, abstracts and/or figures appropriate to the relevant priority

Abstracts and/or figures

P.A.	WO 00 46590 A (PARIAN INC) 10 August 2000 (2000-08-10) abstract; figure 1	1
A	EP 0 643 227 A (BOC GROUP PLC) 16 March 1995 (1995-03-16) abstract	1

From PCT/JP 01/07597, filed 10/10/01, 10/10/01, 10/10/01

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information disclosed by the applicantInt. Appl. No.
PCT/JP 01/07597

Publ. document Cited in search report	Publication date	Publ. type number(s)	Publication date
US 5828064	A	27-10-1998 EP 0786145 A1 WO 9707525 A1	30-07-1997 27-02-1997
US 5733104	A	31-03-1998 DE 4331589 A1 EP 0603694 A1 JP 5290265 A	30-06-1994 29-06-1994 04-10-1994
US 4851171	A	17-03-1987 CA 1253196 A1 DE 3663170 B1 EP 0190575 A2	15-04-1989 09-10-1989 29-10-1986
US 6030189	A	29-02-2000 DE 29516599 B1 WO 9710760 A1 EP 0856110 A1 JP 11513775 T	07-12-1995 01-05-1997 05-09-1998 24-11-1999
WO 0046598	A	10-08-2000 US 6193461 B1 EP 1968956 A1 WO 0046598 A1	27-02-2001 17-01-2001 19-05-2000
EP 0643227	A	15-03-1995 EP 0643977 A1 JP 7151092 A US 5611660 A	15-03-1995 13-06-1995 16-03-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		In: Studien Abstraktion PCI/EP 01/07997	
Zusammenfassung: ALB WERTECHNOL ANGEWANDTE UNIVERSITÄT			
Feldgröße	Beschreibung der Veröffentlichung (zusammenfassend oder/oder für die Zwecke bestimmter Felder)		Feld: Ergebnis (s)
P, A	WO 00 40528 A (VARIAN INC) 19. August 2000 (2000-08-19) Zusammenfassung; Abbildung 1		1
A	EP 0 645 227 A (BOC GROUP PLC) 15. März 1995 (1995-03-15) Zusammenfassung		1

Internat. Patentcl. B. Publiziert nach dem D. Pat. 1995

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT				PCT/EP 01/07597	
Ausgabetag: 2004.01.29				PCT/EP 01/07597	
Im Recherchebericht angegebene Patentnummer	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung		
US 5828064	A	27-10-2008	EP 0786145 A1	30-07-1997	
			WO 9707525 A1	27-02-1997	
US 5723104	A	31-03-1998	DE 4331629 A1	30-06-1994	
			EP 0603104 A1	29-06-1994	
			JP 6280786 A	04-10-1994	
US 4651171	A	17-03-1987	CA 1253196 A1	25-04-1989	
			DE 3648176 D1	05-10-1989	
			EP 0159575 A2	29-10-1986	
US 6030189	A	29-02-2000	DE 29516599 U1	07-12-1991	
			WO 9716750 A1	01-06-1997	
			EP 0955188 A3	05-08-1998	
			JP 11613776 T	24-11-1999	
WO 0046598	A	10-08-2000	US 6193461 B1	27-02-2001	
			EP 1064655 A3	17-01-2002	
			WO 0046598 A1	10-08-2000	
EP 0643227	A	15-03-1995	EP 0643227 A1	15-03-1995	
			JP 7151092 A	13-06-1995	
			US 5511660 A	18-03-1997	

Zusatz-Recherche: 2004.01.29